



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 37 694 A1 2004.03.04

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 37 694.8  
(22) Anmeldetag: 15.08.2002  
(43) Offenlegungstag: 04.03.2004

(51) Int Cl. 7: **B29C 70/46**  
B29C 43/18, C08J 5/04

(71) Anmelder:  
SAI Automotive SAL GmbH, 76744 Wörth, DE

(74) Vertreter:  
PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 10719 Berlin

(72) Erfinder:  
Einsiedel, Rudolf, 37242 Bad Sooden-Allendorf,  
DE; Günther, Peter, 36214 Nentershausen, DE;  
Gassan, Jochen, 37269 Eschwege, DE

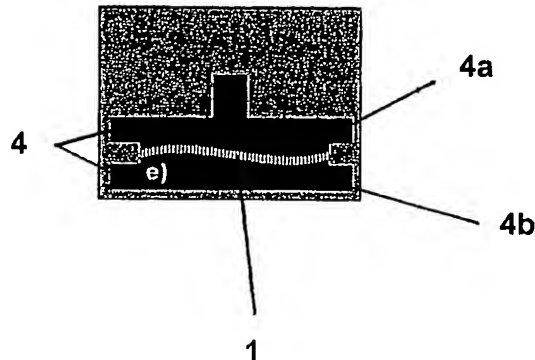
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Verfahren sowie Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen (1) aus Fasermatten (2) und folienförmigen Bindekörpern (3) aus einem duroplastisch vernetzenden polymeren System, wobei

- eine Schichtung (2, 3) aus mindestens einer Fasermatte und mindestens einem folienförmigen Bindekörper im Inneren eines Formwerkzeugs (4) gepresst und erhitzt wird, dass die folienförmigen Bindekörper aufschmelzen und die entstehende Schmelze die Fasermatte zumindest bereichsweise imprägniert und
- die die Fasermatte imprägnierende Schmelze, unter Bildung des Formteils, aushärtet.



## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen aus Fasermatten mit folienförmigen Bindekörpern aus einem duroplastisch vernetzenden polymeren System.

## Stand der Technik

[0002] Formteile auf der Basis von Fasermatten sind prinzipiell bereits bekannt. Sie finden insbesondere im Automobilbau bei der Herstellung von Innenverkleidungsteilen der Kraftfahrzeuge Anwendung.

[0003] Bekannt sind z.B. Innenverkleidungen, die auf der Basis von Naturfasermatten und flüssigen duroplastischen Bindemitteln hergestellt werden.

[0004] So ist es z.B. bekannt, beidseitig PUR im Niederdruck-Spray-Verfahren auf Naturfasermattenzuschnitte aufzutragen. Ein anderes bekanntes Verfahren betrifft den Auftrag von flüssigem Epoxidharz auf Endlosmatten, auch hier ist ein beidseitiger Auftrag nötig.

[0005] Die vorbekannten Verfahren weisen den Nachteil auf, dass beim Besprühen der Fasermatten zwangsläufig ein Teil der später härtenden Substanz durch Sprühverluste verloren geht. Dies führt zum einen zu einer erheblichen Umweltverschmutzung, außerdem sind diese Sprühverluste wirtschaftlich nachteilig. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass eine homogene Durchdringung sowohl über den Querschnitt der Fasermatte hinweg als auch in der Flächenebene beim Sprühvorgang nicht immer sicher gewährleistet ist, so dass es zu inhomogenen Formteilen kommen kann, welche insbesondere im Automobilbau stellenweise auch ein Gefahrenrisiko darstellen können.

[0006] Außerdem nachteilig ist an bekannten Sprühverfahren, dass diese sehr aufwendige Apparaturen benötigen, um den Sprühvorgang (aus Arbeitsschutzgründen gekapselt) durchzuführen. Dies trifft im Automobilbau z.B. kleinere Herstellerländer, wie etwa Südafrika, in denen kleine Serien von Rechtslenker-Fahrzeugen hergestellt werden.

## Aufgabenstellung

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen zu schaffen, welche die Herstellung der Formteile auf eine umweltfreundlichere und kostengünstigere Art und Weise als bisher ermöglicht.

[0008] Diese Aufgabe wird bezüglich des Herstellungsverfahrens nach Anspruch 1, bezüglich der Vorrichtung durch einen Gegenstand nach Anspruch 17 gelöst. Das entsprechende Formteil ist in Anspruch 18 beansprucht.

[0009] Dadurch, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen von Formteilen aus Faser-

matten und folienförmigen Bindekörper die folienförmigen Bindekörper aus einem duroplastisch vernetzenden polymeren System bestehen, sind sehr vorteilhafte Wirkungen auszunutzen. Die für die Härtung der Fasermatten benötigten Substanzen werden durch folienförmige Bindekörper zur Verfügung gestellt, d.h. es sind keine flüssigen Systeme nötig, welche aufgesprüht werden müssen. Es ist zu betonen, dass unter "folienförmige Bindekörper" stets solche zu verstehen sind, welche nicht bei ihrer Verarbeitung im flüssigen Zustand vorkommen. Dies kann entweder ein fester Zustand sein oder auch ein zäh-elastischer; wesentlich ist, dass diese Bindekörper tropffrei auf die Fasermatten aufgetragen werden können, so dass keine (Umwelt-)Verschmutzungsprobleme entstehen.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Schichtung aus mindestens einer Fasermatte und mindestens einem folienförmigen Bindekörper im Inneren eines Formwerkzeugs gepresst und so erhitzt, dass die Bindekörper aufschmelzen und die entstehende Schmelze die Fasermatte imprägniert. Es werden also eine für sich genommen feste Fasermatte und ein ebenfalls im festen bzw. zäh-elastischen Aggregatzustand vorkommendes Bindemittel in Form des folienförmigen Bindekörpers geschichtet, erst durch Hitze bzw. Pressen wird der folienförmige Bindekörper aufgeschmolzen und die entstehende Schmelze durchdringt an den gewünschten Stellen die Fasermatte.

[0011] Sobald die Fasermatte mit der imprägnierenden Schmelze vollgesogen ist, findet die Aushärtung durch das duroplastisch vernetzende polymere System statt. Es findet somit auf "chemische" Weise die Aushärtung statt, nach der (sehr schnell vonstatten gehenden) Vernetzung kann das Formteil aus dem Formwerkzeug entnommen werden. Dies ist ein gravierender Vorteil z.B. gegenüber Fasermatten mit thermoplastischen Bindern, da vorliegend keine Zusatzmaßnahmen, wie etwa entsprechend beschichtete oberflächenmodifizierte Formwerkzeuge zur Vermeidung von Fadenbildung (durch Anhaftung am noch erhitzten Formwerkzeug) vorgesehen werden müssen.

[0012] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen aus Fasermatten enthält korrespondierend zum oben beschriebenen Herstellverfahrensanspruch ein heizbares Formwerkzeug, in dessen Innerem eine Schichtung aus Fasermatten und folienförmigen Bindekörpern unterbringbar ist. Hierbei weist das Formwerkzeug zu seinem Inneren hin Öffnungen auf zur Gasabführung aus dem Inneren heraus. Dies ist notwendig (und im Gegensatz zum Stand der Technik auch sehr effektiv) zur Durchdringung der Fasermatte durch Schmelze. Die Gasableitungen sind sehr vorteilhaft, weil beim Verpressen z.B. auch Wasserdampf aus den Naturfasern entweicht, welcher – ohne Öffnungen – zu einem Gegendruck führen würde, welcher die Imprägnierung und somit homogene Versorgung der Fasermatte mit

Schmelze verhindern würde.

[0013] Das Eigenschaftsniveau des erhaltenen Formteils übertrifft den gegenwärtigen Stand der Technik im Bereich duroplastisch gebundener (Natur-)Faserwerkstoffe für Automobilinnenraumverkleidungen. Die Anteile von beispielsweise Naturfasern und beispielsweise Epoxidharzsystem als Bindekörper können in einem weiten Bereich variiert werden. Auf diese Weise lässt sich das materialtypische hohe Eigenschaftsniveau bezüglich z.B. Crashmanagement, Temperaturbeständigkeit und Emissionscharakteristik anwendungsspezifisch optimieren.

[0014] Durch die Erfindung ergeben sich erhebliche verfahrenstechnische Vereinfachungen gegenüber dem Stand der Technik. Dies sind insbesondere verkürzte Taktzeiten, Vermeidung von Sprühverlusten ("Overspray"), Verbesserung der Arbeitshygiene sowie Verbesserung des Investitionsbedarfes. Darüber hinaus verfügt das Material über ein Leichtbaupotential mit dem der Stand der Technik deutlich übertroffen wird.

[0015] Insbesondere ist vorteilhaft, dass die Herstellung des folienförmigen Bindekörpers (bzw. "-films") keinen nennenswerten fertigungstechnischen Begrenzungen unterliegt. Diese kann erfolgen:

- parallel zur Fertigung der Fasermatte (mit der Option der unmittelbaren Auflage des folienförmigen Bindekörpers auf die Fasermatte),
- getrennt von der Produktion der Fasermatte, z.B. am Ort der Formteilproduktion oder
- getrennt vom Ort der Produktion des Faserhalbzuges, sowie vom Ort der Formteilproduktion durch einen entsprechenden Zulieferer.

[0016] Vorteilhafte Weiterbildungen werden in abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0017] Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass der folienförmige Bindekörper vor dem Pressen und/oder Erhitzen in einem zäh-elastischen oder festen Zustand ist. Erfindungsgemäß ist, dass der Bindekörper zumindest nicht in einem flüssigen Zustand vorliegt, um den Auftrag zu erleichtern. Erfindungswesentlich ist, dass die Bindekörper zumindest so zusammenhängend fest sind, dass sie vor der Verarbeitung leicht (als Ganzes) auf eine Fasermatte auflegbar sind, so dass es hierbei nicht zu Tropfverlusten etc. kommt. Vorteilhaft ist z.B. eine Darstellung des folienförmigen Bindekörpers als zäh-elastischer Film, welcher zwar verformbar ist, zur Verarbeitung jedoch flach auf die Fasermatte auflegbar ist und somit dann in "Plattenform" vorliegt. Vorteilhaft ist auch, dass der folienförmige Bindekörper eine Verformbarkeit aufweist, welche bei Auflage der Schichtung in das Formwerkzeug eine Formanpassung des folienförmigen Bindekörpers an die Kontur des (z.B. Unterwerkzeugs des Formwerkzeugs) ermöglicht. Der folienförmige Bindekörper sollte daher vorteilhafterweise beim Raumtemperatur eine Viskosität  $> 5.000 \text{ mPa}$  aufweisen. Die Verarbeitung erfolgt aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorteilhafterweise bei Raum-

temperatur, es sind jedoch prinzipiell auch gekühlte Bindekörper einsetzbar, welche bei Raumtemperatur normalerweise flüssig wären, um eine saubere Verarbeitung zu erreichen.

[0018] Vorteilhafte Weiterbildungen sehen vor, dass das duroplastisch aushärtende polymere System ein Epoxidharz-System, eine Polyurethan-System oder ein Acrylat-System ist (Randbedingung: Die Systeme sollten als Film vorliegen, gegebenenfalls sind auch Acrylatfolien verwendbar).

[0019] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass das Epoxidharz-System als Einzelkomponenten ein Epoxidharz auf der Basis von Bisphenol A sowie ein zweikomponentiges aliphatisches oder cycloaliphatisches Aminhärterssystem enthält.

[0020] Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass eine Komponente des Aminhärtersystems dergestalt ist, dass dieser als latenter Härter die Vernetzungsreaktion im System bei einer Referenztemperatur (diese beträgt vorzugsweise  $20^\circ\text{C}$ , es sind jedoch auch andere Temperaturen wählbar) soweit verzögert, dass das komplett abgemischte (aber noch nicht über die Referenztemperatur hinaus erwärmte) Epoxidharz-System über einen bestimmten Zeitraum ohne Komplettaushärtung lagerstabil bleibt. Hierzu ist vorteilhafterweise vorzusehen, daß die erste Komponente des Aminhärtersystems das Gemisch von zunächst flüssigen und/oder pastösen Einzelkomponenten (Bisphenol A, Härter 1, Härter 2) in einen zähelastischen oder festen Zustand ("Gelzustand") überführt, wohingegen die zweite Härterkomponente als latenter Härter die Vernetzungsreaktion im System bei einer Referenztemperatur soweit verzögert, daß das komplett abgemischte Epoxidharz-System über einen bestimmten Zeitraum ohne Komplettaushärtung lagerstabil bleibt. Hierdurch wird erreicht, dass der Bindekörper vor der Verarbeitung die gewünschte erfindungsgemäße Konsistenz aufweist, eine spätere Vernetzung bei Temperaturerhöhung jedoch möglich bleibt. Es findet somit eine "zweistufige" Aushärtung statt, wobei in der zweiten Stufe, d.h. der Imprägnierung der Fasermatte, die latente Härterkomponente aktiv wird und die Vernetzung bis zur Komplettaushärtung des Epoxidharzsystems erfolgt.

[0021] Der Zeitraum, in welchem das komplett abgemischte aber noch nicht verarbeitete Epoxidharzsystem lagerstabil bleibt, beträgt zwischen einer Stunde und drei Monaten und wird über die Art und Menge der Härterkomponenten (z.B. stöchiometrisch zum EP-Harz) gesteuert.

[0022] Als erste Komponente des Aminhärtersystems bietet sich XU 3123 der Firma Vantico, ein cycloaliphatisches Amin, an.

[0023] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Fasermatten textile Flächengebilde aus organischen und anorganischen Fasern oder Fasermischungen sind, wobei Fasern z.B. aus Flachs, Hanf, Nessel, Jute, Kenaf, Ramie, Baumwolle, Akon,

Pappel, Kapok, Indian Kapok, Abaca, Kokos, Passava, Sisal, Yucca, Phormium, Holz, Polyester, Polyamid, Polypropylen, Glasfaser, Kohlenstofffaser, Aramidfaser verwendet werden. Die Fasern sollten (um die Imprägnierung zu ermöglichen) als flächige Halbzeuge vorliegen, z.B. als Bänder, Gewebe, Gewirke, Gestricke, Flore, Vliese oder Filze (diese werden in der vorliegenden Anmeldung zusammenfassend als "Matten" benannt). Besonders vorteilhaft (insbesondere aus Umweltschutzgründen) sind ungewebte Naturfaservliesstoffe aus Flachs-, Hanf-, Kenaf-, Jute- und/oder Sisalfasern. Dieser Vliesstoff ist bereits vernadelt worden nach aerodynamischer und mechanischer Vlieslegung und ist somit bereits für sich genommen mechanisch vorverfestigt.

[0024] Das Flächengewicht der Fasermatte kann in Abhängigkeit verwendeter Fasern zwischen 100 und 3.500 g/m<sup>2</sup> betragen, die Ausgangsdicke der Fasermatte (d.h. vor der Verarbeitung in einem Formwerkzeug) kann vorzugsweise zwischen 2 mm und 35 mm betragen. Die Fasermatte sollte luftdurchlässig sein, so dass eine möglichst weitreichende Durchdringung der Fasermatte mit Schmelze ermöglicht wird.

[0025] Je nach dem gewünschten Eigenschaftsprofil des fertigen Formteils sind unterschiedliche Abfolgen von Fasermatten und folienförmigen Bindekörpern in der in das Formwerkzeug eingelegten Schichtung möglich. So ist es z.B. möglich, dass eine Naturfasermatte auf einen folienförmigen Bindekörper gelegt wird, ebenso ist es möglich, dass sie darunter gelegt wird oder dass ein Bindekörper von zwei Naturfasermatten umgeben ist bzw. umgekehrt. Selbstverständlich sind auch mehrere der vorgenannten Abfolgen übereinander in einer einzigen Schichtung möglich.

[0026] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es besonders vorteilhaft, dass das Formwerkzeug an der zu der Schichtung weisenden Oberfläche eine Temperatur zwischen 100°C und 240°C, vorzugsweise zwischen 150 Grad Celsius und 170 Grad Celsius während des Pressvorgangs aufweist. Dies hängt von der Härtungstemperatur des gewählten EP-Harzsystems ab. Für andere Duroplaste sind Temperaturbereiche zwischen 60 Grad Celsius und 200 Grad Celsius realisierbar.

[0027] Es ist besonders vorteilhaft, dass der Erhitzungs- bzw. Verdichtungsprozess der Schichtung zweistufig erfolgt. Hierbei verdichtet das Formwerkzeug die Schichtung innerhalb von 5–15 Sekunden, vorzugsweise innerhalb von 12 Sekunden, auf die Dicke des späteren Formteils, z.B. auf zwei Millimeter. Anschließend wird das Formwerkzeug in dieser Stellung 20–80 Sekunden, vorzugsweise 60 Sekunden, gehalten, während dieser Phase härtet durch Vernetzungsvorgänge der aufgeschmolzene Bindekörper aus, so dass am Ende der zweiten Phase das ausgehärtete Formteil entnommen werden kann.

[0028] Der Pressdruck auf die Schichtung beträgt hierbei vorzugsweise 0,5 bis 6,0 MPa, vorzugsweise 2 bis 5 Mpa, besonders vorzugsweise 3 bis 4 MPa.

[0029] Das erfindungsgemäße Verfahren wird in einer entsprechenden Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen hergestellt. Diese weist ein heizbares Formwerkzeug auf, in dessen Inneren eine Schichtung aus Fasermatten und plattenförmigen Bindekörpern unterbringbar ist, wobei das Formwerkzeug zu seinem Inneren hin Öffnungen aufweist zur Gasabführung aus dem Inneren des Formwerkzeugs heraus.

[0030] Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird im Formwerkzeug selbst durch Warmpressen nicht nur eine Verdichtung, sondern auch die Imprägnierung (und spätere Vernetzung) erreicht. Hierzu ist es fundamental wichtig, dass die Fasermatte nahezu homogen von der Schmelze durchdrungen wird. Hierzu sind Gasableitungen aus der Fasermatte heraus notwendig, weil beim Verpressen z.B. Wasserdampf aus den Naturfasern herausdampft, welcher bei fehlender Gasableitung zu einem Gegendruck führen würde, welcher die homogene Imprägnierung hemmen könnte.

[0031] Das entstehende Formteil weist nach seiner Aushärtung und Auskühlung auf Raumtemperatur vorteilhafterweise einen Fasergehalt von 20–80 Gew.-% auf. Durch Variation des Fasergehaltes kann das Eigenschaftsprofil der entstehenden Formteile variiert werden. Die gewünschten Eigenschaften können außerdem durch Variation von Faserart und -mischung, Variation der Verfestigungsintensität (Vernadelungsdichte) der Fasermatten sowie Variation der Bauteildichten erreicht werden.

[0032] Die Biegefestigkeit  $\delta_b$  der fertigen Formteile beträgt zwischen 45 N/mm<sup>2</sup> und 150 N/mm<sup>2</sup> bei einer Dichte  $\rho$  von 0,65 g/cm<sup>3</sup> bis 1,3 g/cm<sup>3</sup>. Hierbei beträgt das Biegeelastizitätsmodul  $E_0$  des fertigen Formteils zwischen 2.800 N/mm<sup>2</sup> und 8.000 N/mm<sup>2</sup>.

#### Ausführungsbeispiel

[0033] Vorteilhafte Weiterbildungen werden in den übrigen abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0034] Die Erfindung wird nun anhand mehrerer Figuren erläutert. Es zeigen:

[0035] Fig. a) bis d) verschiedene Anordnungen von Schichtungen vor dem Warmpressen zu einem Formteil, und

[0036] Fig. e) Formwerkzeug beim Warmverpressen.

[0037] Fig. a) bis d) zeigen ein Unterwerkzeug 4b eines Formwerkzeugs 4 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen.

[0038] Das Unterwerkzeug weist eine der späteren Form des Formteils entsprechende Formgebung auf. Eine Fasermatte 2 wird mit einem darunter liegenden folienförmigen Bindekörper 3 aus einem duroplastisch vernetzenden polymeren System auf das Unterwerkzeug 4b gelegt. Die aus Fasermatte 2 und Bindekörper 3 entstehende Schichtung nimmt hier die Form des Unterwerkzeugs an.

[0039] In Fig. b) ist ein folienförmiger Bindekörper 3

auf eine Fasermatte 2 gelegt.

[0040] In Fig. c) ist ein folienförmiger Bindekörper 3 zwischen zwei Fasermatten 2 angebracht, in Fig. d) ist eine Fasermatte 2 zwischen zwei folienförmigen Bindekörpern 3 angebracht.

[0041] Anschließend fährt, wie in Fig. e) gezeigt, ein Oberwerkzeug 4a herunter, um die in Fig. a) bis d) gezeigten Schichtungen im Inneren des Formwerkzeuges 4, also zwischen dem Oberwerkzeug 4a und dem Unterwerkzeug 4b zu pressen. Die Werkzeuge 4a bzw. 4b sind beheizbar, sie weisen eine Temperatur zwischen 100°C und 240°C während des Pressvorganges auf. Hierdurch werden die folienförmigen Bindekörper so erhitzt, dass sie aufschmelzen und die entstehende Schmelze die Fasermatten 2 zumindest bereichsweise imprägnieren. Anschließend härtet die die Fasermatte imprägnierende Schmelze, unter Bildung des Formteils 1, aus. Das Formwerkzeug weist zu seinem Inneren, d.h. zum Zwischenraum zwischen Oberwerkzeug 4a und Unterwerkzeug 4b hin, Öffnungen zur Gasabführung aus dem Inneren heraus auf. Hierdurch wird z.B. in einer Fasermatte 2 vor dem Pressvorgang gebundenes Wasser als Wasserdampf während des Warmpressens aus dem Inneren des Formwerkzeugs geleitet, so dass kein Gasgegendruck entsteht, welcher die Imprägnierung der Fasermatte behindern könnte.

[0042] Bezüglich der möglichen Verfahrensparameter wird ausdrücklich auf die Schilderung der Vorteilhaftigkeit der Unteransprüche verwiesen, in welchen mögliche Fasermattenwerkstoffe sowie Herstellungsparameter aufgezählt wurden.

[0043] Abschließend wird die Herstellung eines Formteils anhand eines Beispiels gezeigt:

Eine Schichtung gemäß Fig. a) wird auf ein Unterwerkzeug gelegt. Die Fasermatte ist ein Naturfaservlies aus Flachsfasern mit einem Flächengewicht von 800 g/m<sup>2</sup> und einer Dicke von 10 mm.

[0044] Der folienförmige Bindekörper besteht aus einem Epoxidharzsystem der Firma Vantico, das abgemischte System trägt die Bezeichnung HA 073/0500. Dieses System ist ein Epoxidharz-System mit einem Epoxidharz auf der Basis von Bisphenol A sowie einem zweikomponentigen aliphatischen und/oder cycloaliphatischen Aminhärtersystem als Einzelkomponenten. Eine Komponente (dies kann z.B. der cycloaliphatische Aminhärtter mit der Bezeichnung XU 3123 der Firma Vantico sein) des Aminhärtersystems ist dergestalt, dass dieser als latenter Härter die Vernetzungsreaktion im System bei einer Temperatur von 20°C (Raumtemperatur) soweit verzögert, dass das komplett abgemischte Epoxidharz-System über einen Zeitraum von drei Monaten ohne Komplettaushärtung lagerstabil bleibt. Die zur Herstellung des Systems verwendeten Komponenten werden miteinander vermischt und durch ein gängiges Rakelverfahren zu einer Folienform (einem Film) definiert einstellbarer Dicke verarbeitet, vorzugsweise 0,5–1 mm dick. Die bei entsprechenden Standardverfahren erzielbare Dickengenauigkeit von

ca. ±0,1 mm ist für die vorliegende Anwendung als ausreichend zu betrachten.

[0045] Anschließend wird in dem Formwerkzeug 4 die Schichtung warm verpresst. Das Ober- sowie das Unterwerkzeug weisen an ihren zu der Schichtung weisenden Oberflächen eine Temperatur von 160°C während des Pressvorgangs auf. Das Formwerkzeug verdichtet die Schichtung 2,3 zunächst innerhalb von 12 Sekunden auf die Dicke des späteren Formteils (2 mm). Anschließend werden Ober- und Unterwerkzeug in dieser Stellung 60 Sekunden lang gehalten. Während dieser Zeit findet im Wesentlichen eine Vollvernetzung des aufgeschmolzenen und die Fasermatte homogen imprägnierenden Bindekörpers statt. Hierbei ist als Härterkomponente das cycloaliphatische Amin für die Vollvernetzung zuständig. Der Pressdruck bei der Verdichtung der Schichtung beträgt 3,5 MPa. Nach diesem Pressvorgang kann das fertige Formteil (ohne "Fäden" an dem Formwerkzeug zu hinterlassen) aus dem Formwerkzeug entnommen werden.

[0046] Das entnommene Formteil hat eine Biegefestigkeit von 50 N/mm<sup>2</sup> bei einer Dichte von 0,7 g/cm<sup>3</sup>. Der Biege E-Modul beträgt 3.000 N/mm<sup>2</sup> bei 0,7 g/cm<sup>3</sup> Dichte. Der Flachsfaseranteil beträgt im fertigen ausgekühlten Formteil 60 Gew.-%.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Formteilen (1) aus Fasermatten (2) und folienförmigen Bindekörpern aus einem duroplastisch vernetzenden polymeren System, wobei

– eine Schichtung (2, 3) aus mindestens einer Fasermatte und mindestens einem folienförmigen Bindekörper im Inneren eines Formwerkzeugs (4) gepresst und so erhitzt werden, dass die folienförmigen Bindekörper aufschmelzen und die entstehende Schmelze die Fasermatte imprägniert und

– die die Fasermatte imprägnierende Schmelze, unter Bildung des Formteils, aushärtet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der folienförmige Bindekörper vor dem Pressen und/oder Erhitzen in einem zähelastischen oder festen Zustand ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das duroplastisch aushärtende polymere System ein Epoxidharz-System, ein Polyurethan-System oder Acrylat-System ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Epoxidharz-System als Einzelkomponenten ein Epoxidharz auf der Basis von Bisphenol A sowie ein zweikomponentiges aliphatisches oder cycloaliphatisches Aminhärtersystem enthält.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Komponente des Aminhär-

tersystems ein Gemisch von zunächst flüssigen und/oder pastösen Einzelkomponenten in einen zäh-elastischen oder festen Zustand überführt, wohingegen die zweite Härterkomponente als latenter Härter die Vernetzungsreaktion im System bei einer Referenztemperatur soweit verzögert, dass das komplett abgemischte Epoxidharz-System über einen bestimmten Zeitraum ohne Komplettverhärtung lagerstabil bleibt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitraum zwischen einer Stunde und drei Monaten beträgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenztemperatur 20 Grad Celsius ist.

8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der latente Härter ein cycloaliphatisches Amin, wie das Produkt XU 3123 der Firma Vantico, ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasermatten (2) textile Flächengebilde aus organischen und anorganischen Fasern oder Fasermischungen sind, deren Fasern z.B. aus Flachs, Hanf, Nessel, Jute, Kenaf, Ramie, Baumwolle, Akon, Pappel, Kapok, Indian Kapok, Abaca, Kokos, Passava, Sisal, Yucca, Phormium, Holz, Polyester, Polyamid, Polypropylen, Glasfaser, Kohlenstofffaser, Aramidfaser bestehen.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Flächengewicht der Fasermatte (2) zwischen 100 und 3.500 g/m<sup>2</sup> beträgt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangsdicke der Fasermatte (2) zwischen 2 mm und 35 mm beträgt.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasermatte (2) luftdurchlässig ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtung (2, 3) eine Abfolge mehrerer Fasermatten (2) und folienförmiger Bindekörper (3) enthält.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Formwerkzeug an der zu der Schichtung (2, 3) weisenden Oberfläche eine Temperatur zwischen 100 und 240 Grad Celsius, vorzugsweise zwischen 150 und 170 Grad Celsius während des Pressvorgangs aufweist.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Formwerkzeug die Schichtung (2, 3) innerhalb von 5 bis 15 Sekunden auf die Dicke des späteren Formteils (1) verdichtet und anschließend in dieser Stellung 20 bis 80 Sekunden gehalten wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Pressdruck bei Verdichtung der Schichtung (2, 3) 0,5 bis 6,0 Megapascal, vorzugsweise 2 bis 5 Megapascal, besonders vorzugsweise 3-4 Megapascal beträgt.

17. Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen (1) aus Fasermatten (2) und weiteren Bestandteilen (3), wobei die Vorrichtung ein heizbares Formwerkzeug (4) enthält, in dessen Inneren eine Schichtung (2, 3) aus Fasermatten und folienförmigen Bindekörpern unterbringbar ist, wobei das Formwerkzeug zu seinem Inneren hin Öffnungen aufweist zur Gasabführung aus dem Inneren heraus.

18. Formteil, hergestellt nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1-16.

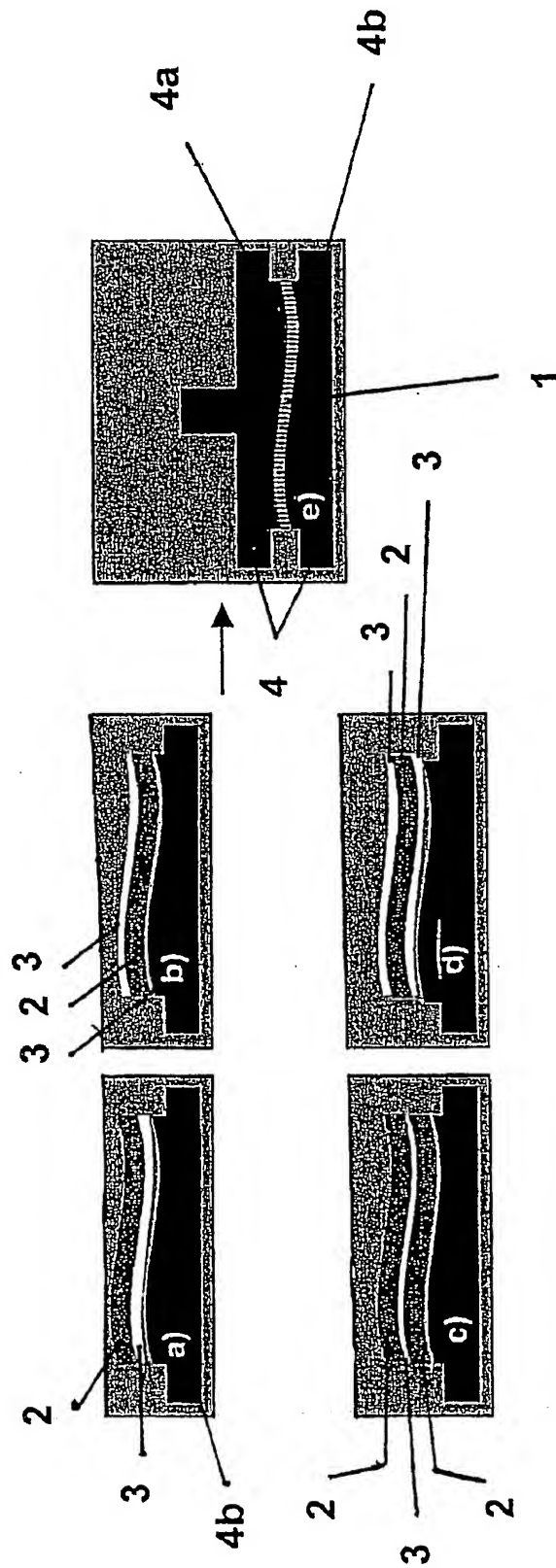
19. Formteil, dadurch gekennzeichnet, dass der Fasergehalt des Formteils (1) 20-80 Gew.-% beträgt.

20. Formteil nach einem der Ansprüche 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass dessen Biegefestigkeit  $\delta_b$  zwischen 45 N/mm<sup>2</sup> und 150 N/mm<sup>2</sup> bei einer Dichte  $\rho$  von 0,65 g/cm<sup>3</sup> bis 1,3 g/cm<sup>3</sup> beträgt.

21. Formteil nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Biegeelastizitätsmodul  $E_0$  zwischen 2.800 und 8.000 N/mm<sup>2</sup> beträgt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**